

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-310813

(P2002-310813A)

(43) 公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
G 0 1 L 1/18		G 0 1 L 1/18	Z 2 F 0 5 1
C 0 4 B 35/48		C 0 4 B 35/48	D
	35/50		
G 0 1 L 1/12		G 0 1 L 1/12	
	5/00		
	1 0 1		
		5/00	1 0 1 Z
		審査請求 未請求 請求項の数14	O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-111742(P2001-111742)

(22) 出願日 平成13年4月10日 (2001. 4. 10)

(71) 出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1

(71) 出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72) 発明者 浅井 満

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(74) 代理人 100079142

弁理士 高橋 祥泰 (外1名)

最終頁に続く

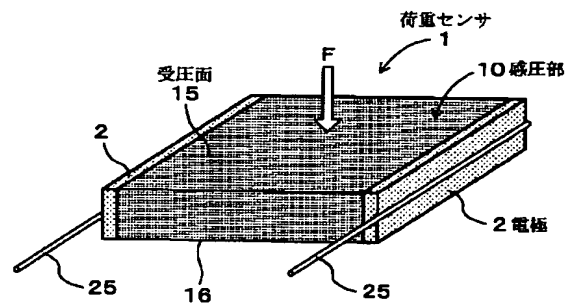
(54) 【発明の名称】 荷重センサ素子

(57) 【要約】

【課題】 荷重の測定が可能で構造が簡単な荷重センサ素子を提供すること。

【解決手段】 電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなる感圧部10を有し、感圧部10は、一対の受圧面15、16を有していると共に受圧面15、16に測定すべき一軸荷重Fが直接的に付与されるよう構成されている。

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなる感圧部を有し、該感圧部は、一対の受圧面を有していると共に該受圧面に測定すべき軸荷重が直接的に付与されるよう構成されていることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項2】 請求項1において、上記感圧部の少なくとも一方の上記受圧面には、電気絶縁性を有する絶縁部が配設されていることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項3】 請求項1において、上記感圧部には、その外表面全体を覆うように、電気絶縁性を有する絶縁部が配設されていることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項4】 請求項1において、上記感圧部は、一方の上記受圧面が電気絶縁性を有する絶縁基板上に接合されていると共に島状に多数配置されており、かつ、上記感圧部の他方の上記受圧面には、電気絶縁性を有する絶縁部が配設されていることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項において、上記受圧面の形状は多角形状であることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項6】 請求項1～4のいずれか1項において、上記受圧面の形状は曲線により結ばれた形状であることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項7】 請求項1～4のいずれか1項において、上記受圧面の形状はリング状であることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項8】 請求項1において、上記感圧部の一方の上記受圧面には電気絶縁性を有する絶縁部が配設されており、該絶縁部の表面には、略半球状の受圧体を有していることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項9】 一軸荷重を受け一対の受圧面を有する圧力容器と、該圧力容器内に配設された感圧部と、該感圧部を覆うように上記圧力容器内に充填された液体又は気体の圧力媒体とを有してなり、上記受圧面に付与された一軸荷重が上記圧力媒体を介して上記感圧部に静水圧として付与されるよう構成されており、上記感圧部は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項10】 電気絶縁性よりなる梁部の一端を保持してなる片持ち梁構造体と、上記梁部の少なくとも一部に一体的に配設された感圧部とを有し、上記梁部の自由端に一軸荷重を受けるよう構成されており、上記感圧部は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項11】 電気絶縁性よりなる梁部の両端を保持してなる両持ち梁構造体と、上記梁部の少なくとも一部に一体的に配設された感圧部とを有し、上記梁部の中央部に一軸荷重を受けるよう構成されており、上記感圧部は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項12】 請求項1～11のいずれか1項において、上記感圧部を構成する電気絶縁性セラミックスはジルコニアであることを特徴とする荷重センサ素子。

【請求項13】 請求項1～13のいずれか1項において、上記感圧部を構成する圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料は、ペロブスカイト構造の $(Ln_{1-x}Ma_x)_{1-y}MbO_{3-z}$ 、層状ペロブスカイト構造の $(Ln_{2-u}Ma_{1+u})_{1-v}Mb_2O_{7-w}$ 、Si及びこれらに微量の添加元素を加えた物質のいずれか1種以上よりなること（ここに $0 < x \leq 0.5$, $0 \leq y \leq 0.2$, $0 \leq z \leq 0.6$, $0 < u \leq 1.0$, $0 \leq v \leq 0.2$, $0 \leq w \leq 1.0$, Ln; 希土類元素, Ma; 1種類またはそれ以上のアルカリ土類元素, Mb; 1種類またはそれ以上の遷移金属元素）を特徴とする荷重センサ素子。

【請求項14】 請求項2, 3, 4, 8のいずれか1項において、上記絶縁部はジルコニアよりなることを特徴とする荷重センサ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、一軸荷重を測定可能な荷重センサ素子に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、一軸荷重を測定する荷重センサを構成する複合材料としては、圧力抵抗効果を有する材料である、半導体のシリコン単結晶及び炭化珪素等が使用されている。また、圧力抵抗効果材料としては、ペロブスカイト型複合酸化物である $La_{1-x}Sr_xMnO_3$ 粒子等も知られている。ここに、圧力抵抗効果とは、材料に圧縮応力、引張応力、剪断応力、静水圧応力が加わった際に、材料の電気抵抗が変化する現象のことである。

【0003】

【解決しようとする課題】 ところで、これら従来の圧力抵抗効果材料は、それ自体の機械的強度が弱いという欠点を有する。そのため、これら従来の圧力抵抗効果材料をセンサ材料として用いる場合には、低荷重用の荷重センサ、或いは、高荷重に耐える構造体を伴った複雑な荷重センサを構成して使用する必要があった。

【0004】 そのため、測定する荷重の大きさ、測定物の形状等によっては、上記従来の圧力抵抗効果材料を用いた荷重センサを使用すること自体が困難な場合もあった。一方、荷重センサはあらゆる分野の制御精度向上に不可欠であり、そのため、様々な測定箇所に対して容易

に対応できる簡単な構造の荷重センサの開発が望まれている。

【0005】本発明はかかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、荷重の測定が可能で構造が簡単な荷重センサ素子を提供しようとするものである。

【0006】

【課題の解決手段】第1の発明は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなる感圧部を有し、該感圧部は、一対の受圧面を有していると共に該受圧面に測定すべき一軸荷重が直接的に付与されるよう構成されていることを特徴とする荷重センサ素子にある（請求項1）。

【0007】本発明においては、上記感圧部に上記受圧面を有し、感圧部自体が測定すべき一軸荷重を直接的に受けるよう構成されている。そして、本発明では、上記感圧部として、上記構成を有する特殊な複合材料を採用している。即ち、上記感圧部を構成する材料は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料（以下、適宜、単に圧力抵抗効果材料という）を分散してなる複合材料よりなる。そして、上記マトリックスを構成する電気絶縁性セラミックス材料は、高い圧縮強度を有しているので、センサ素子全体の強度を高めることができる。それ故、複合材料自体が直接高い荷重を受ける構造を容易に実現することができる。

【0008】さらに、上記マトリックス中には、上記圧力抵抗効果材料を分散してある。そのため、マトリックス中には上記圧力抵抗効果材料が連なってなる導電パスが形成され、圧力の付与によって圧力抵抗効果あるいは磁気抵抗効果を得ることができる。そして、このように、本発明によれば、上記感圧部自体が直接的に一軸荷重を受けることができるので、荷重センサ素子の構造を簡単にすることができ、感圧部の受圧面の面積を変えることで低荷重から高荷重までの広い範囲の荷重を測定することができる。また、感圧部の受圧面の形状を被測定物の形状等に容易に変更することもできる。

【0009】第2の発明は、一軸荷重を受ける一対の受圧面を有する圧力容器と、該圧力容器内に配設された感圧部と、該感圧部を覆うように上記圧力容器内に充填された液体又は気体の圧力媒体とを有してなり、上記受圧面に付与された一軸荷重が上記圧力媒体を介して上記感圧部に静水圧として付与されるよう構成されており、上記感圧部は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなることを特徴とする荷重センサ素子（請求項9）にある。

【0010】上記感圧部を構成する複合材料は、上記マトリックス中に上記圧力抵抗効果材料を分散させてなる複合材料よりなる。そのため、異方性があまりなく、静

水圧を受けた場合の方が、一軸荷重を受けた場合よりも感度が高くなる傾向にある。本発明は、上記感圧部を上記圧力媒体と圧力容器とにより覆い、感圧部に静水圧が付与される構造をとるものである。

【0011】そして、上記圧力容器に受圧面を設けてこれに一軸荷重を受けることにより、上記圧力媒体によって静水圧が生じ、この静水圧が上記感圧部に付与される。これにより、上記構成の複合材料によってより高い感度で荷重測定を行うことができる。

【0012】第3の発明は、電気絶縁性よりなる梁部の一端を保持してなる片持ち梁構造体と、上記梁部の少なくとも一部に一体的に配設された感圧部とを有し、上記梁部の自由端に一軸荷重を受けるよう構成されており、上記感圧部は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなることを特徴とする荷重センサ素子にある（請求項10）。

【0013】本発明は、上記片持ち梁構造体を用い、その自由端に一軸荷重を受けて上記梁部に付与される曲げ応力を上記感圧部により感知するよう構成したものである。この場合には、上記片持ち梁構造体の構造設計を種々変更することにより、小さい荷重から大荷重までの定格荷重を有する荷重センサを構成できる。そして、本発明では、上記片持ち梁構造の梁部に一体的に配設した上記感圧部を上記構造の複合材料より構成した。これにより、梁に発生する応力、即ち梁に作用する荷重を検知することができる。望ましくは、梁に発生する高い応力域のみに上記感圧部を配設することが好ましい。これにより、荷重センサとしての感度を高くすることができる。

【0014】第4の発明は、電気絶縁性よりなる梁部の両端を保持してなる両持ち梁構造体と、上記梁部の少なくとも一部に一体的に配設された感圧部とを有し、上記梁部の中央部に一軸荷重を受けるよう構成されており、上記感圧部は、電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料よりなることを特徴とする荷重センサ素子にある（請求項11）。

【0015】本発明は、上記両持ち梁構造体を用い、その中央部に一軸荷重を受けて上記梁部に付与される曲げ応力を上記感圧部により感知するよう構成したものである。この場合には、上記両持ち梁構造体の構造設計を種々変更することにより、小さい荷重から大きい荷重までの定格荷重を有する荷重センサを構成できる。そして、本発明では、上記両持ち梁構造の梁部に一体的に配設した上記感圧部を上記構造の複合材料より構成した。これにより、梁に発生する応力、即ち梁に作用する荷重を検知することができる。望ましくは、梁に発生する高い応力域のみに上記感圧部を配設することが好ましい。これにより、荷重センサとしての感度を高くすることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】上記第1の発明（請求項1）においては、上記のごとく電気絶縁性セラミック材料よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料を分散してなる複合材料を感圧部として用いる。そのため、上記のごとく、感圧部自体が高強度となり、高い一軸荷重を直接的に受けることができる。それ故、例えば、100MPa以上の荷重をも測定できる構造とすることができる。

【0017】また、上記感圧部の少なくとも一方の上記受圧面には、電気絶縁性を有する絶縁部が配設されていることが好ましい（請求項2）。この場合には、被測定物が電気導電性を有している場合においても、上記被測定物と上記感圧部との間の電氣的絶縁を上記絶縁部により維持することができ、正確な荷重測定を可能とすることができる。なお、被測定物が導電性がない場合には、上記絶縁部を必ずしも設けなくてもよい。

【0018】また、上記絶縁部の配設方法としては、上記感圧部と共に一体的に焼成する方法、別々に形成して接着剤等により接着する方法等種々の方法がある。この中でも、一体的に焼成可能な場合には、その方法を採用することによって、製造の合理化及び得られた荷重センサ素子の安定性を向上させることができる。

【0019】また、上記感圧部には、その外表面全体を覆うように、電気絶縁性を有する絶縁部が配設されていてもよい（請求項3）。この場合には、感圧部が露出せず、全面が電気絶縁性を有しているので、荷重センサ素子が導電性部材と接触して不具合を起こすことがない。さらに、感圧部全体を絶縁部により覆うことによって、若干感度が上がる傾向にある。

【0020】また、上記感圧部は、一方の上記受圧面が電気絶縁性を有する絶縁基板上に接合されていると共に、島状に多数配置されており、かつ、上記感圧部の他方の上記受圧面には、電気絶縁性を有する絶縁部が配設されている構造をとることもできる（請求項4）。この場合には、島状に配置された各感圧部にそれぞれ電極を設けて測定することによって、圧力分布を容易に測定できる。

【0021】また、上記受圧面の形状は多角形状とすることができる（請求項5）。例えば、四角形、六角形、八角形、その他の多角形を採用できる。また、上記受圧面の形状は曲線により結ばれた形状とすることができる（請求項6）。さらには、上記受圧面の形状はリング状とすることもできる（請求項7）。いずれの場合にも、上記受圧面の形状を被測定物の形状に合わせて選択することができ、上記荷重センサ素子の用途を広げることができる。

【0022】また、上記感圧部の一方の上記受圧面には電気絶縁性を有する絶縁部が配設されており、該絶縁部の表面には、略半球状の受圧体を有している構造をとる

こともできる（請求項8）。この場合には、上記略半球状の受圧体を介することによって、被測定物の面形状にあまり左右されず一軸荷重を一点にて受けることができ、測定精度を高めることができる。

【0023】また、上記第1～第4の発明（請求項1、9～11）のいずれにおいても、上記感圧部を構成する電気絶縁性セラミックスはジルコニアであることが好ましい（請求項12）。ここでいうジルコニアは、 ZrO_2 に各種の添加物を添加したものを含む。例えば3Y-ZrO₂、12Ce-ZrO₂等がある。ジルコニアは、強度が高く、かつ電気絶縁性を有し、上記マトリックスとして有効に利用することができる。なお、上記マトリックス用のセラミックスとしては、ジルコニア以外にも、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ 、 SiO_2 、 $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ 、 Y_2O_3 、 CeO_2 、 La_2O_3 、 Si_3N_4 などのセラミックスを適用することも可能である。

【0024】また、上記感圧部を構成する圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料は、ペロブスカイト構造の $(Ln_{1-x}Ma_x)_{1-y}MbO_{3-z}$ 、層状ペロブスカイト構造の $(Ln_{2-u}Ma_{1+u})_{1-v}Mb_2O_{7-w}$ 、Si及びこれらに微量の添加元素を加えた物質のいずれか1種以上よりなること（ここに $0 < x \leq 0.5$ 、 $0 \leq y \leq 0.2$ 、 $0 \leq z \leq 0.6$ 、 $0 < u \leq 1.0$ 、 $0 \leq v \leq 0.2$ 、 $0 \leq w \leq 1.0$ 、Ln：希土類元素、Ma：1種類またはそれ以上のアルカリ土類元素、Mb：1種類またはそれ以上の遷移金属元素）が好ましい（請求項13）。

【0025】 $(Ln_{1-x}Ma_x)_{1-y}MbO_{3-z}$ において、 x が0もしくは0.5を越えた場合には、圧力抵抗効果を発現しない、もしくは発現したとしても十分な値の圧力抵抗効果ではないという問題が生じるおそれがある。

【0026】 $(Ln_{1-x}Ma_x)_{1-y}MbO_{3-z}$ において、 y はペロブスカイト構造のAサイト欠損量を示す。 $0 \leq y \leq 0.2$ ならば、前記組成範囲内の圧力抵抗効果材料は上記複合材料を構成した場合に、適切な圧力抵抗効果を発揮できる。 y が0.2を越えた場合には、圧力抵抗効果が小さくなるおそれがある。

【0027】 $(Ln_{1-x}Ma_x)_{1-y}MbO_{3-z}$ において、酸素欠損量 z は、 $0 \leq z \leq 0.6$ の範囲であっても、適切な圧力抵抗効果を発現し、優れた感圧部を構成しうる上記複合材料を構成することができる。 z が0.6を越えた場合には、圧力抵抗効果を発現しない、もしくは発現したとしても十分な値の圧力抵抗効果ではないという問題が生じるおそれがある。

【0028】また、 $(Ln_{2-u}Ma_{1+u})_{1-v}Mb_2O_{7-w}$ において、 u が0もしくは1.0を越えた場合には、圧力抵抗効果を発現しない、もしくは発現したとしても十分な値の圧力抵抗効果ではないおそれがある。

【0029】 $(Ln_{2-u}Ma_{1+u})_{1-v}Mb_2O_{7-w}$ において、 $0 \leq v \leq 0.2$ ならば、優れた上記複合材料を構成

するに適切な圧力抵抗効果を発現できる。 v が0.2を越えた場合には、圧力抵抗効果を発現しない、もしくは発現したとしても充分な値の圧力抵抗効果ではないという問題が生じるおそれがある。

【0030】また、 $(Ln_{2-u}Ma_{1+u})_{1-v}Mb_2O_{7-w}$ において、酸素欠損量 w は $0 \leq w \leq 1.0$ の範囲であっても、適切な圧力抵抗効果を発現し、優れた感圧部としての上記複合材料を構成することができる。 z が1.0を越えた場合には、圧力抵抗効果を発現しない、もしくは発現したとしても充分な値の圧力抵抗効果ではないという問題が生じるおそれがある。

【0031】次に、上記絶縁部を設ける場合には、これがジルコニアよりなることが好ましい(請求項14)。ここでいうジルコニアも、 ZrO_2 に各種の添加物を添加したものも含む。例えば $3Y-ZrO_2$ 、 $12Ce-ZrO_2$ 等がある。ジルコニアは、強度が高く、かつ電気絶縁性を有し、上記絶縁部として有効に利用することができる。なお、上記絶縁部用のセラミックスとしては、ジルコニア以外にも、 Al_2O_3 、 $MgAl_2O_4$ 、 SiO_2 、 $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ 、 Y_2O_3 、 CeO_2 、 La_2O_3 、 Si_3N_4 などのセラミックスを適用することも可能である。

【0032】

【実施例】(実施例1)本発明の実施例にかかる荷重センサ素子につき、図1、図2を用いて説明する。本例の荷重センサ素子1は、図1、図2に示すごとく、電気絶縁性セラミック材料11よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料12を分散してなる複合材料よりなる感圧部10を有する。該感圧部10は、一対の受圧面15、16を有していると共に該受圧面15、16に測定すべき軸荷重 F が直接的に付与されるよう構成されている。そして、上記感圧部10の側面には、電極2を配設した。なお、受圧面15、16に一軸荷重 F がかからない部分がある場合には、受圧面15、16に電極2を設けることも可能ではある。

【0033】本例における感圧部10は、上記特定の構成の複合材料よりなる。具体的には、図2に示すごとく、電気絶縁性セラミック材料11を用いてマトリックスを構成し、その中に圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料12(以下、圧力抵抗効果材料12という)を分散させた。そして、圧力抵抗効果材料12は、電氣的に連続に繋がるように配設した。なお、同図に示すごとく、孤立して他の圧力抵抗効果材料12と繋がらないように存在する圧力抵抗効果材料12もある。また、図2は、模式的に構造を示したものであり、実際の感圧部10の複合材料は、電気絶縁性セラミック材料11の各粒子と圧力抵抗効果材料12の各粒子がそれぞれ焼結された状態で存在する。

【0034】このような複合材料よりなる感圧部10は、次のようにして作製する。上記電気絶縁性のセラミ

ック材料11としては、12mol%の CeO_2 を添加した ZrO_2 、圧力抵抗効果材料12としては $La_{0.75}Sr_{0.25}MnO_3$ を適用する。

【0035】まず、 La_2O_3 粉末、 $SrCO_3$ 粉末、 $MnCO_3$ 粉末を、 $La: Sr: Mn$ の組成比で、0.8: 0.2: 1となるように秤量した。それらの粉末を、混合用 ZrO_2 ボール、混合溶媒エタノールと一緒にポリボットに投入して、20時間混合した。混合粉末を、乾燥、解砕して、大気中で、1300℃で4時間仮焼して、圧力抵抗効果を有するペロブスカイト型複合酸化物粉末 $La_{0.75}Sr_{0.25}MnO_3$ を合成した。

【0036】引き続き市販の、 CeO_2 を添加してなる ZrO_2 粉末(住友大阪セメント(株)、OZC-12CEB)と、合成した $La_{0.75}Sr_{0.25}MnO_3$ 粉末とを、全重量に対する $La_{0.75}Sr_{0.25}MnO_3$ の重量割合が26重量%となるように秤量した。それらの粉末を、混合用 ZrO_2 ボール、混合溶媒エタノールと一緒にポリボットに投入して、4時間混合し、さらに乾燥、解砕した。解砕した混合粉末を、金型で直径 $\phi 18$ mmの円盤形状にプレス成形し、その後3000kg/cm²の圧力でCIP処理した。そして成形体を1400℃で4時間焼結した。

【0037】得られた焼結体の密度は理論密度の98%に緻密化しており、導電性を有している。また、焼結体の比抵抗は約25 Ω cmであった。この焼結体を直方体形状に切り出したものが、上記感圧部10である。この感圧部10においては、上記のごとく対向する一対の面が受圧面15、16となる。そして、これら受圧面15、16に直交する一対の側面には、上記のごとく電極2を配置した。

【0038】電極2としては、Agペースト(昭栄化学工業(株)、H-5997)を用い、温度850℃に10分間保持して焼き付けた。さらに、電極2には、リード線25を半田付けにより配設した。これにより、本例の荷重センサ素子1が得られた。

【0039】次に、本例の作用効果につき説明する。本例の荷重センサ素子1は、感圧部10に受圧面15、16を有し、感圧部10自体が、測定すべき軸荷重を直接的に受けるよう構成されている。そして、上記感圧部10として、上記構成の特殊な複合材料を採用している。即ち、上記感圧部10を構成する材料は、電気絶縁性セラミック材料11よりなるマトリックスに上記圧力抵抗効果材料12を分散してなる複合材料よりなる。そして、上記マトリックスを構成する電気絶縁性セラミックス材料11は、上記のジルコニアよりなり、高い圧縮強度を有しているので、センサ素子全体の強度を高めることができる。それ故、複合材料自体が直接高い荷重を受ける構造を容易に実現することができる。

【0040】さらに、上記マトリックス中には、上記圧力抵抗効果材料12を分散してある。そのため、マトリ

ックス中には上記圧力抵抗効果材料12が連なっている導電パスが形成され、圧力の付与によって圧力抵抗変化効果あるいは磁気抵抗変化を得ることができる。

【0041】そして、このように、上記感圧部10自体が直接的に一軸荷重を受けることができるので、荷重センサ素子1の構造が非常に簡単である。また、この荷重センサ素子1を実際に使用する際には、上記感圧部10の受圧面15、16が被測定物の間に挟まれるように配設するだけでよく、非常に簡単に使用することができる。

【0042】(実施例2)本例は、図3に示すごとく、実施例1の荷重センサ素子1の構造を基本として、感圧部10の受圧面15、16に、電気絶縁性を有する絶縁部3を配設した例である。この絶縁部3としては、実施例1における感圧部10のマトリックスと同じセラミックス、即ち、12mol%の CeO_2 を添加した ZrO_2 を用いた。そして、金型プレスにて、絶縁部用の原料粉をプレス成形し、その上に上記感圧部10用の原料粉を加えてさらにプレスし、次いでその上に絶縁部用の原料粉を加えてプレスするという3回のプレスによって3層構造の成形体を得た。それを一体焼成することにより3層構造の一体焼結素子を得た。このような手順により上記感圧部10となる複合材料の両面に絶縁部3を配置した素子を得られた。その他は実施例1と同様である。

【0043】この場合には、被測定物が電気導電性を有している場合においても、上記被測定物と感圧部10との間の電氣的絶縁を絶縁部3により維持することができる。それ故、正確な荷重測定を可能とすることができる。なお、被測定物が導電性でない場合には、上記絶縁部を必ずしも設ける必要はなく、実施例1の構造を採用することができる。

【0044】(実施例3)本例は、図4、図5に示すごとく、実施例1の荷重センサ素子1の構造を基本として、感圧部10の形状、即ち、受圧面15、16の形状を変更した例である。即ち、図4に示す荷重センサ素子1は、受圧面15、16の形状が曲線により結ばれた形状(本例では楕円形状)とした例である。また、図5に示す荷重センサ素子1は、受圧面15、16の形状をリング状とした例である。

【0045】これらは、被測定物の荷重センサ素子1との当接面の形状が楕円、円、或いはリング状である場合に、特に有効である。また、図5に示すごとくリング状の場合には、例えば、ボルトによる締め付け強度等を測定したい場合に、上記感圧部10の中央の穴にボルトの軸を通すように配設することができる。それ故、ボルトの頭部を均一に上記感圧部10の受圧面15、16に当接させることができ、測定精度を高めることができる。その他は実施例1と同様の作用効果が得られる。

【0046】(実施例4)本例は、図6に示すごとく、実施例1の荷重センサ素子1の構造を基本として、感圧

部10の外表面全体を覆うように、電気絶縁性を有する絶縁部3を配設した例である。

【0047】具体的には、実施例1と同様の構造の感圧部10に受圧面15、16を設けると共に、側面に内部電極25を配設する。さらに内部電極22には、内部リード線26を接続する。そして、これら全体を絶縁部3により覆う。そしてその側面には上記内部リード線26を露出させ、これに接続されるように外部電極27を設ける。そして、この外部電極27にリード線28を接続することにより、本例の荷重センサ素子1となる。その他は実施例1と同様である。この場合には、感圧部10全体を上記絶縁部3により覆っているため、荷重負荷時の感圧部10の変形が絶縁部3によって拘束されるために圧力感度が向上するという作用効果が得られる。その他は実施例1と同様の効果が得られる。

【0048】(実施例5)本例は、図7に示すごとく、一軸荷重を受ける一対の受圧面55、56を有する圧力容器5と、該圧力容器5内に配設された感圧部10と、該感圧部10を覆うように上記圧力容器5内に充填された液体の圧力媒体6とを有してなる。そして、受圧面55、56に付与された一軸荷重が圧力媒体6を介して感圧部10に静水圧として付与されるよう構成されている。

【0049】また、感圧部10は、実施例1と同様に、図2に示すごとく、電気絶縁性セラミック材料11よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料12を分散してなる複合材料よりなる。また、上記圧力容器5としては、金属(例えばSUS、Cu、Fe等)を用いて構成した。また、上記圧力媒体6としては、電気絶縁性のシリコンオイルを用いた。また、感圧部10にはその側面に電極2を設け、リード線25を圧力容器5から突出するように配設した。その他は実施例1と同様である。

【0050】本例の場合には、圧力容器5の受圧面55、56に付与された一軸荷重が、上記のごとく圧力媒体6の存在によって静水圧となって感圧部10に付与される。また、感圧部10は、実施例1において示したように、マトリックス中に圧力抵抗効果材料12が均一に分散されて導電パスを有する構造となっており、静水圧に対する感度が高い。それ故、上記圧力容器5及び圧力媒体6を有する本例の荷重センサ素子1はより感度の高いものとなる。

【0051】(実施例6)本例は、図8に示すごとく、感圧部10の一方の受圧面16が電気絶縁性を有する絶縁基板39上に接合されていると共に、網目状の隙間を介して島状に多数配置されている例である。感圧部10の他方の受圧面15には、電気絶縁性を有する絶縁部3が配設されている。また、各感圧部10の側面にはそれぞれ電極2が配設され、それぞれにリード線(図示略)が接続されている。

【0052】本例の荷重センサ素子1を製造するに当たっては、上記絶縁基板39上に上記感圧部10の元となる1枚の感圧部を配置し、さらにその上に上記絶縁部3を配した3層構造のシートを一体焼成して設ける。そして、上記絶縁部3と感圧部10を格子状に切り欠いて、図8(a)に示すごとく、各感圧部10及び絶縁部3を島状に分離する。そして、各感圧部10の側面に電極2を接合し、その後リード線を接続する。これにより、図8に示すごとく本例の荷重センサ素子1が得られる。

【0053】本例の荷重センサ素子1は、上記のごとく、多数の感圧部10が島状に分離して配設されている。そのため、この荷重センサ素子1を用いれば、各感圧部10に当接する部分のそれぞれの一軸荷重を測定することができ、圧力分布が容易に測定できる。その他は実施例1と同様の作用効果が得られる。

【0054】(実施例7)本例は、実施例6における感圧部10の配設をスクリーン印刷によって行う例である。まず、上記感圧部10となるジルコニア粉末と $\text{La}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{MnO}_3$ 粉末の混合粉に、樹脂、分散剤を混合してスラリーを作成する。そして、このスラリーを別途準備した絶縁基板上に、島状に多数スクリーン印刷により印刷する。さらに感圧部の上面に絶縁部となるスラリー(ジルコニア粉末に樹脂、分散剤を混合したスラリー)をスクリーン印刷により印刷する。

【0055】その後、脱脂、焼成して、各感圧部の側面に電極2を接合し、リード線を接続することにより荷重センサ素子が得られる。この荷重センサ素子は、実施例6の荷重センサ素子1(図8)における感圧部10の厚みが薄くなったものである(図示略)。

【0056】本例の荷重センサ素子1においても、実施例6と同様に、各感圧部10の当接する部分のそれぞれの一軸荷重を測定することができ、圧力分布を容易に測定することができる。その他は実施例1と同様の作用効果が得られる。

【0057】(実施例8)本例は、図9に示すごとく、電気絶縁性よりなる梁部71の一端を保持してなる片持ち梁構造体70と、上記梁部71の少なくとも一部に一体的に配設された感圧部10とを有し、上記梁部71の自由端に一軸荷重を受けるよう構成した荷重センサ素子1の例である。上記感圧部10は、実施例1と同様に、図2に示すごとく、電気絶縁性セラミック材料11よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料12を分散してなる複合材料よりなる。

【0058】上記梁構造体70は、図9に示すごとく、上方が開口したケース72と、その側壁部73に強固に固定された片持ちの梁部71とよりなる。梁部71は、上述した各実施例における絶縁部3と同じジルコニアよりなり、感圧部10と共に一体的に焼成して作製されている。また、梁部71の自由端711の上面には、荷重を受けるための略半球状の受圧体75を設けた。また、

感圧部10の両端には、電極2を設け、これに図示しないリード線を接続した。

【0059】この場合には、上記片持ち梁構造の梁部71に上記感圧部10を設けているので、梁の自由端に荷重が負荷されると梁が変形し、それによって感圧部10には応力が作用する。即ち、荷重を梁の変形によって測定できる。

【0060】(実施例9)本例は、図10に示すごとく、電気絶縁性よりなる梁部81の両端を保持してなる両持ち梁構造体80と、上記梁部81の一部に一体的に配設された感圧部10とを有し、上記梁部81の中央部に一軸荷重を受けるよう構成されている例である。上記感圧部10は、実施例1と同様に、図2に示すごとく、電気絶縁性セラミック材料11よりなるマトリックスに圧力抵抗効果もしくは磁気抵抗効果を有する材料12を分散してなる複合材料よりなる。

【0061】上記梁構造体80は、図10に示すごとく、上方が開口したケース82と、その底板部83から立設された2つの支点部84上に配置された両持ちの梁部81とよりなる。梁部81は、上述した各実施例における絶縁部3と同じジルコニアよりなり、感圧部10と共に一体的に焼成して作製されている。また、梁部81の中央部、具体的には、梁部81に一体的に配設されている感圧部10の中央部上面には、荷重を受けるための略半球状の受圧体85を設けた。また、感圧部10の両端には、電極2を設け、これに図示しないリード線を接続した。

【0062】この場合には、上記両持ち梁構造の梁部81に上記感圧部10を設けているので、梁の中心部に荷重が負荷されると梁が変形し、それによって感圧部10に圧力が作用する。即ち、荷重を梁の変形によって測定できる。

【0063】(実施例10)本例は、図11に示すごとく、実施例2の荷重センサ素子1を用いて、ロードセルを構成した例である。同図に示すごとく、ケース40内に、荷重センサ素子1を配置すると共に、その近傍に温度補償用のダミー素子(荷重センサ素子と同じ素子)45を配置し、シリコンゴム46により埋設した。

【0064】上記荷重センサ素子1の上方の絶縁部3の上面には、半球状の受圧体47を配設した。また、上記ダミー素子45は、荷重センサ素子1と同様に、感圧部10を2つの絶縁部3により挟持した構造とした。そして、上記荷重センサ素子1及びダミー素子45には、それぞれの感圧部10に電極2を配設し、複数のリード線25に接続した。

【0065】本例のロードセルを用いれば、上記ダミー素子の存在によって温度補償回路を形成することができ、温度変化が大きい場合における荷重測定精度の向上を図ることができる。その他は実施例1と同様の作用効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1における、荷重センサ素子の構造を示す説明図。

【図2】実施例1における、感圧部の内部構成を示す説明図。

【図3】実施例2における、荷重センサ素子の構造を示す説明図。

【図4】実施例3における、荷重センサ素子の構造を示す、(a)平面図、(b)A-A線矢視断面図。

【図5】実施例3における、他の荷重センサ素子の構造を示す、(a)平面図、(b)B-B線矢視断面図。

【図6】実施例4における、荷重センサ素子の構造を示す、(a)斜視図、(b)C-C線矢視断面図。

【図7】実施例5における、荷重センサ素子の構造を示す、(a)斜視図、(b)D-D線矢視断面図。

【図8】実施例6における、荷重センサ素子の構造を示す、(a)平面図、(b)E-E線矢視断面図。

【図9】実施例8における、荷重センサ素子の構造を示す説明図。

す説明図。

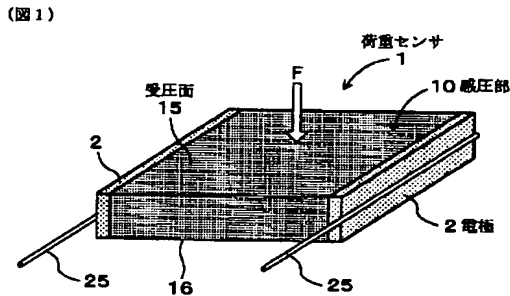
【図10】実施例9における、荷重センサ素子の構造を示す説明図。

【図11】実施例10における、荷重センサ素子の構造を示す説明図。

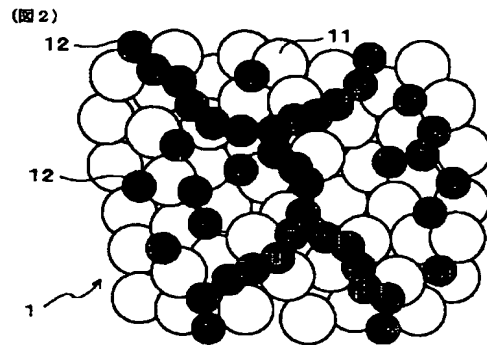
【符号の説明】

- 1... 荷重センサ素子,
- 10... 感圧部,
- 15, 16... 受圧面,
- 2... 電極,
- 3... 絶縁部,
- 5... 压力容器,
- 6... 圧力媒体,
- 70... 片持ち梁構造体,
- 71... 梁部,
- 80... 両持ち梁構造体,
- 81... 梁部,

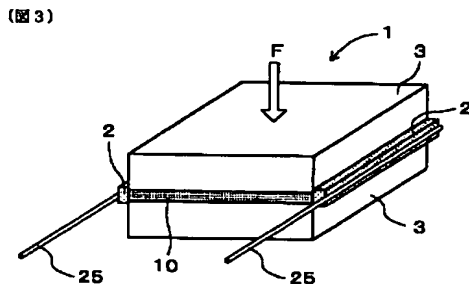
【図1】



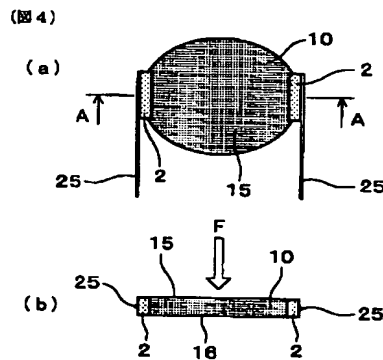
【図2】



【図3】

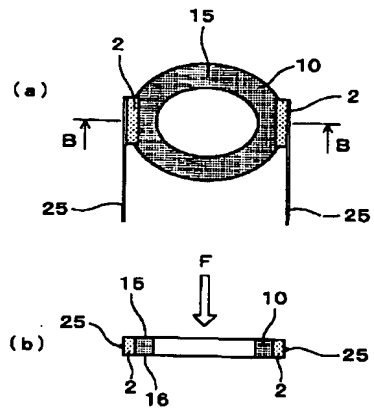


【図4】



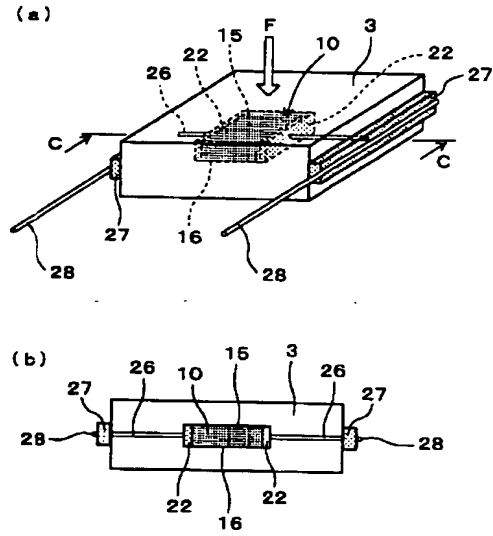
【図5】

(図5)



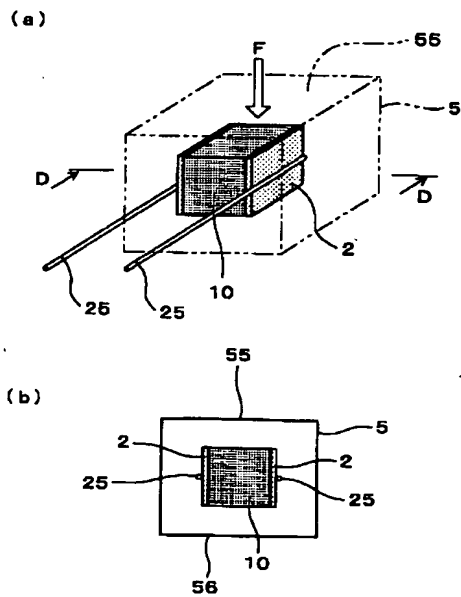
【図6】

(図6)



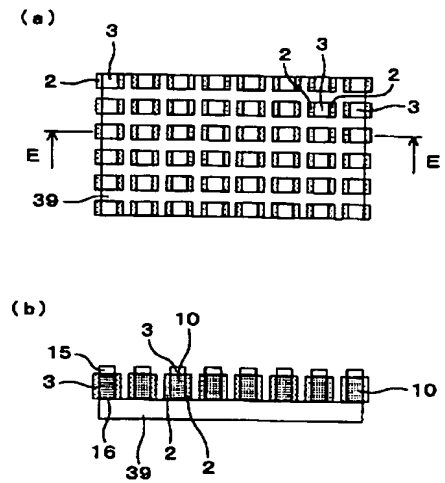
【図7】

(図7)



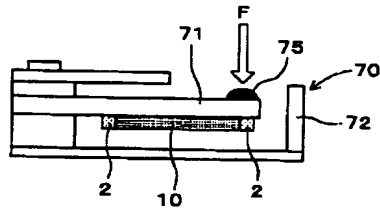
【図8】

(図8)



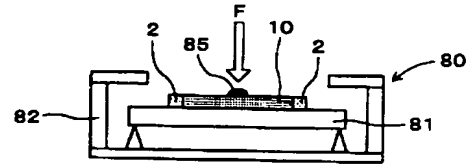
【図9】

(図9)



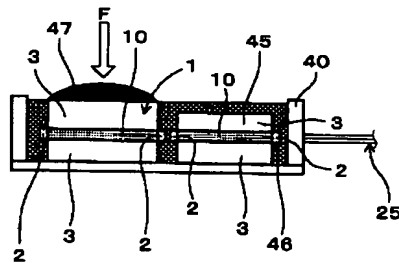
【図10】

(図10)



【図11】

(図11)



フロントページの続き

(72)発明者 牧野 浩明
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 田島 伸
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内
(72)発明者 神谷 信雄
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 木下 清隆
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内
(72)発明者 桑原 史郎
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内
(72)発明者 三上 俊春
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内
(72)発明者 藤田 かおり
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

Fターム(参考) 2F051 AA00 AB05 AB06 BA07